

新编

职业技能通用技术丛书 XINBIAN ZHIYE JINENG
TONGYONG JISHU CONGSHU

最新
NEW

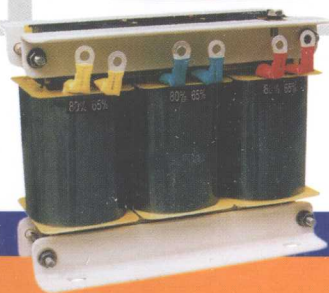
电工 技术手册

DIANGONG

JISHU

SHOUCE

段玉春◎主编



内蒙古人民出版社



新编职业技能通用技术丛书

★ 帮你入门、祝你成功步入人才殿堂 ★

最新电工技术 手册

段玉春 主编

内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

最新电工技术手册/段玉春主编. —呼和浩特:内蒙古人民出版社, 2009. 2

(新编职业技能通用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 204 - 09838 - 5

I. 最… II. 段… III. 电工 - 技术手册 IV. TM - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 021020 号

新编职业技能通用技术丛书

主 编 段玉春

责任编辑 朱莽烈

封面设计 车艳芳

出版发行 内蒙古人民出版社

地 址 呼和浩特市新城区新华大街祥泰大厦

印 刷 北京柯蓝博泰印务有限公司

开 本 880 × 1230 1/32

印 张 221

字 数 4600 千

版 次 2009 年 3 月第 1 版

印 次 2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1 - 3000 套

书 号 ISBN 978 - 7 - 204 - 09838 - 5/Z · 579

定 价 506.60 元(全 17 册)

如出现印装质量问题,请与我社联系。联系电话:(0471)4971562 4971659

前 言

进入 21 世纪后，随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级，我国制造业在世界所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力——技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈。为适应技术工人岗位培训和提高操作技能水平的需要，政府及各级职能部门快速做出反应，采取加大培养力度，鼓励各种社会力量投入技能人才培养领域。

为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和型人才的迫切需求，促进社会主义和谐社会建设，我们组织了专家、学者编写了“新编职业技能实用技术”系列丛书。本系列丛书以劳动和社会保障部最新制定的《国家职业标准》及职业技能鉴定规范为依据，以企业对人才需求为向导，以岗位职业技能为标准，以企业技能发展为原则来编写。坚持以实用为主，理论联系实际，重点突出，简明扼要，力求做到科学性、系统性和直观性。通过阐述技术工人的基本技能和基本操作方法，来提高技术工人在实际工程中的应用能力。

《最新电工技术手册》以“实用为基础，以理论为前提”，“以技能训练为主导，以技能鉴定为背景”，全面、系统地介绍了电工应掌握的各种基础知识和基础技能。内容紧密联系生产实际，力求重点突出、深入浅出、图文并茂、直观易懂、实用性强。既适合电工技术人员阅读，也可作相关企业培训教材及相关专业职业技术学校师生的辅助教材。

本手册在编写的过程中还引用和参考了大量的图书出版物和企业培训资料，并得到了相关专家、学者的大力支持，在此一并专家、

有关作者及相关企业表示衷心地感谢和崇高的敬意。

由于时间仓促，再加上编者水平有限，书中难免出现错误和不足之处，敬请读者批评指正。

编者
2009年3月

目 录

第一章 电工概述	1
第一节 电工岗位职责	1
第二节 电工材料	2
一、导电材料	2
二、绝缘材料	7
三、磁性材料	8
四、电碳制品	9
第三节 电工工具	10
一、验电器	10
二、旋具	13
三、钳子	16
四、电工刀	18
五、电烙铁	19
六、电钻	21
七、射钉枪	22
八、喷灯	24
九、电用工梯	25
第四节 电气制图与识图	25
一、电气图的种类	26
二、电气制图的一般规则	28
三、电气图中常用的电气图形符号、文字符号	29
四、电气图的基本表示方法	32
五、识图步骤	33
第二章 电工基本操作技术	41

第一节 常用导线的连接	41
一、剖削绝缘	41
二、导线连接	44
三、导线绝缘层的恢复	51
第二节 焊接工艺	52
一、焊接工艺的基本知识	52
二、焊接的基本要点	53
第三节 实训课题	58
一、导线的连接方法和工艺练习	58
二、铜导线接头处的锡焊	62
第三章 电子技术	63
第一节 电子技市基础	63
一、晶体管放大电路	63
二、晶体管偏置电路	66
三、整流电路	67
四、滤波电路	68
五、稳压电路	69
六、可控硅	70
第二节 集成运算放大器	71
一、差动放大电路	72
二、集成运算放大器的组成与特点	76
三、放大电路的负反馈	82
四、线性集成运算放大电路	88
五、集成运算放大器的选择及使用	99
六、应用电路分析方法	102
第三节 数字电路	105
一、数字电路的特点及分类	105
二、数字集成电路性能指标及应用	109
三、触发器	119
四、555 定时器	126

第四节 数字器件	137
一、数的表示方法	137
二、计数器	143
三、寄存器	155
四、译码器及显示电路	159
第四章 电工测量技术	174
第一节 常用电工仪表概述	174
一、电工仪表的基本知识	174
二、电工仪表的选择	175
三、电工测量的方法	176
第二节 常用电工仪表	178
一、万用表	178
二、兆欧表	182
三、钳形电流表	184
四、直流电桥	185
五、接地电阻测量仪	188
六、数字相位伏安表	189
七、电流表和电压表	191
第三节 电流、电压、电阻、电功率的测量	192
一、电流的测量	192
二、电压的测量	194
三、电阻的测量	196
四、电功率的测量	198
第五章 配电线路施工技术	210
第一节 配电线路概述	210
一、配电线路分类	210
二、配电线路的组成	210
第二节 登杆操作技术	218
一、登杆工具	218
二、登杆方法	219

三、登杆操作注意事项	222
四、登杆作业安全用具的使用	223
第三节 配电线路安装工艺	225
一、电杆的装配与组位	225
二、导线的绑扎固定	235
第四节 接户线安装工艺	240
一、低压架空接户线	240
二、高压接户线	241
三、接户线固定的要求	242
第六章 调整试验电工操作技能技巧	244
第一节 10kV 变配电装置的调试	244
一、设备及元器件的单体测试	244
二、继电器、二次回路及系统调整试验	254
三、冲击合闸试验和空负荷运行	267
第二节 低压配电系统	267
一、低压配电柜/开关柜及元器件测试	267
二、低压系统的送电及试运行	272
第三节 电动机及起动设备	273
一、电动机的试验	273
二、起动设备的试验	273
第四节 电动机及变压器的抽心检查	277
一、电动机的抽心检查	277
二、变压器的抽心检查和干燥处理	281
第五节 电气线路的试验	287
一、低压电气线路	287
二、高压电气线路	287
第六节 调整试验注意事项	288
一、电气试验安全注意事项	288
二、核相作业的安全规定	290
三、电气试验时进行高压测量的安全事项	291

第七节 新型继电器柜的调整试验	293
一、控制器	293
二、面板按键功能	293
三、系统总菜单	295
四、具体参数设置方法	299
五、绝缘巡检功能单元	306
第七章 变频器调速技术	309
第一节 变频器基本知识	309
一、变频器的控制方法	309
二、通用变频器的分类	310
三、变频器的基本构成	310
四、异步电机变频调速的机械特性	311
第二节 FR - A540 变频器的工作模式	312
一、FR - A540 变频器接线端子	313
二、FR - A540 变频器面板操作单元	314
三、变频器的工作模式选择	315
四、变频器的运行 75 法及基本参数介绍	319
五、变频器常用参数设定	320
第八章 可编程控制器应用技术	324
第一节 步进顺控指令的应用	324
第二节 步进顺控指令的编程	327
一、单流程编程	327
三、并行分支编程	342
四、编程的应用	344
五、跳转流程的编程	347
第九章 安全技术要点	354
第一节 保证电气安全的两大措施	354
一、组织管理措施的任务	354
二、电气安全技术措施的内容	356
三、八大安全组织措施	357

四、五大安全技术措施	366
第二节 电工的不安全行为和习惯性违章作业	374
一、不安全行为	374
二、习惯性违章作业	378
第三节 电工安全注意事项	388

第一章 电工概述

第一节 电工岗位职责

电能是现代工农业生产和人们日常生活的主要能源。能否提供安全、可靠、优质和经济的电能是衡量一个城市、一个地区甚至一个国家现代化程度的标志。因此，电工技术在各行各业中得到愈来愈广泛的应用并占有十分重要的地位。电工的任务就是正确使用电工工具和仪器仪表，对电气设备和用电设备进行安装、调试和维修，以保证供电系统正常供电、电气设备可靠运行、用电设备安全工作。

电工在工作过程中，应认真履行电工岗位职责。电工的岗位职责是：

(1) 认真贯彻执行国家有关电力的各项政策、法规、制度、标准，严格执行国家电价政策；

(2) 负责所辖范围高低压设备的运行维护、定点巡视检查、资料管理和辖区内的安全用电管理工作；

(3) 正确执行电价政策，负责辖区内低压用户的计费表计抄表和电费回收工作；

(4) 负责辖区内低压用户用电检查，维护正常用电秩序，完成有关资料整理和统计报表工作；

(5) 按时参加各种会议和培训活动，不断提高自身的政治和业务素质，为用户搞好服务；

(6) 及时反映和汇报工作中出现的问题，提出改进工作的建议；

(7) 定期收集用户意见，在规定时间内及时解决用户提出的合理要求和事故抢修；

(8) 开展安全用电的宣传工作，为用户提供优质服务；

(9) 完成领导交办的其他任务。

第二节 电工材料

一、导电材料

大部分金属都具有良好的导电性能，但不是所有金属都可以作为理想的导电材料。导电材料必须同时具有以下特点：①导电性能好（即电阻率小）；②有一定机械强度；③不易氧化和腐蚀；④容易加工和焊接；⑤资源丰富，价格便宜。铜和铝基本符合上述要求，因此它们是最常用的导电材料。但在一些特殊场合，也需要用其他的金属或合金作为导电材料。例如：架空线需具有较高的机械强度时，常选用铝镁硅合金；熔丝需具有易熔的特点，可选用铅锡合金；电热材料需较大的电阻率，常选用镍铬合金或铁铬合金；电光源的灯丝要求熔点高，需选用钨丝。

（一）铜和铝

铜的导电性能好，电阻率为 $1.724 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ，常温下具有足够的机械强度，焊接性能和延展性能良好，化学性能稳定，便于加工，不易氧化和腐蚀。常用的导电用铜是含铜量在 99.9% 以上的工业纯铜。电机、变压器上使用的是含铜量在 99.5% ~ 99.95% 的纯铜（俗，称紫铜），其中硬铜做导电的零部件、软铜做绕组，杂质、冷变形、温度和耐腐蚀性等是影响铜的性能的主要因素。

铝的电阻率为 $2.864 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ，其导电性能、焊接性能和机械性能稍逊于铜，但铝的密度比铜小（为铜的 33%），且资源丰富，价格低廉，是推广使用的导电材料。目前在架空线路、照明线路、动力线路、汇流排、中小型电机和变压器的绕组都已广泛使用铝导线。铝线不足的是焊接工艺较复杂、质硬塑性差，故在维修电工中仍广泛使用铜导线。影响铝的性能的主要因素仍是杂质、冷变形、温度和耐腐蚀性等。

(二) 电线电缆

电线电缆的品种很多，按照性能结构、制造工艺及使用特点，分为裸电线、绝缘电线、电磁线、电缆线四类。

1. 裸电线

裸电线包括圆线、钢芯铝绞线、硬铜绞线、轻型钢芯铝绞线和加强型钢芯铝绞线。

(1) 圆线：主要用作架空线，包括 TY 型硬圆铜线、TR 型软圆铜线、LY 型硬圆铝线和 LR 型软圆铝线。

(2) JJ 型铜绞线：适用于架空电力线路，它由多根硬铜单线正规绞合而成一定长度要求的架空线，具有优良的拉断强度。

(3) LJ 型裸铝绞线及 LGJ 型钢芯铝绞线：适用于高低压输配电架空线路。

(4) 铜、铝母线：主要供电动机、电器及配电设备作导体及汇流排用。

2. 绝缘电线

绝缘电线常用的绝缘电线有聚氯乙烯（塑料）和橡皮绝缘线。

(1) BV（铜芯）、BLV（铝芯）型聚氯乙烯（塑料）绝缘电线和 BVV（铜芯）、BLVV（铝芯）聚氯乙烯（塑料）护套电线：适用于各种交流、直流电气装置、电工仪器、仪表、电信设备，动力及照明线路固定敷设。

(2) BX（铜芯）和 BLX（铝芯）橡皮绝缘电线：适用于交流 500V 及以下或直流 1000V 及以下的电气设备及照明装置。

3. 电磁线

电磁线分为漆包线、绕包线、无机绝缘电磁线和特种电磁线四种。电磁线多用在电机或电工仪表等电器线圈中，其目的是减小绕组的体积，故绝缘层很薄。电磁线的选用应考虑耐热性、导电性、相容性、环境条件等因素。

(1) 漆包线：绝缘层为漆膜且漆膜均匀、光滑柔软，有利于线圈的自动化烧制，广泛用于中、小型及微型电机中。常用的有油性漆包线、缩醛漆包线、聚酯漆包线、聚氨酯漆包线、聚酯亚氨漆包

线、聚酰氨漆包线、聚酰亚氨漆包线、环酯漆包线和特种漆包线等。

(2) 绕包线：用天然丝、玻璃丝、绝缘纸或合成树脂薄膜等紧密绕包在导线芯上，形成绝缘层，或在漆包线上再绕包一层绝缘层。一般用于大、中型电工产品。绕包线分为纸包线、玻璃丝包线、玻璃丝包漆包线和薄膜绕包线四类。

(3) 无机绝缘电磁线：绝缘层采用无机材料陶瓷、氧化铝膜等制成，并经有机绝缘漆浸渍后烘干填孔，其特点是耐高温、耐辐射，适用于高温、辐射等场合。

4. 电缆线

电缆线电力电缆一般由铜或铝制线芯、塑料或橡胶绝缘层、保护层三部分构成。包括各种电气设备内部及外部的安装连接用电力电缆、低压电力配电系统用的绝缘电线、信号控制系统用的电线电缆等。根据使用特性不同分为七类：通用电线电缆、电机电器用电线电缆、仪器仪表用电线电缆、信号控制电缆、交通运输用电线电缆、地质勘探和采掘用电线电缆、直流高压软电缆。

(三) 导线截面的选择

导线截面选择过大时，将增加有色金属消耗量，并显著增加线路的造价；导线截面选择过小时，线路运行期间不仅产生大的电压损失和电能损失，而且往往使导线接头处过热。以致引起断线等严重事故，另外还会限制以后负荷的增加。因此合理选择导线的截面，对节约有色金属和减少建设费用，以及保证良好的供电质量都有重大意义。

1. 按允许载流量选择

导线的允许载流量也叫安全载流量，一般导线的最高允许工作温度为 65°C ，若超过这个温度则导线的绝缘层会加速老化，甚至变质损坏而引起火灾。导线的允许载流量就是导线的工作温度不超过 65°C 时可长期通过的最大电流值。

(1) 计算负荷电流。

1) 白炽灯和电热设备的负荷电流计算为

$$I = P/U$$

2) 日光灯、高压水银荧光灯、高压钠灯等照明的负荷电流计算为:

$$220\text{V 单相} \quad I = \frac{P}{U \cos\varphi}$$

$$380\text{V 三相四线制} \quad I = P / \sqrt{3} U \cos\varphi$$

式中: 日光灯 $\cos\varphi$ 取 0.5; 高压水银荧光灯 $\cos\varphi$ 取 0.6; 高压钠灯 $\cos\varphi$ 取 0.4。

3) 电动机的负荷电流计算:

$$\text{单相电动机} \quad I = \frac{P}{U \cos\varphi} \times 10^3 \quad (\text{若 } \cos\varphi \text{ 未知则可取 } 0.75)$$

$$\text{三相电动机} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos\varphi \eta} \times 10^3 \quad (\text{若 } \cos\varphi \text{ 和 } \eta \text{ 未知则都可取 } 0.85)$$

4) 电焊机和 X 射线机的负荷电流计算为

$$I = P \times 10^3 / U$$

(2) 计算导线的安全载流量:

1) 照明或电热电路: $I_s \geq \sum I_N$

式中 I_s ——进户导线的安全载流量;

I_N ——照明和电热设备总的额定电流之和。

2) 电动机电路。

$$\text{单台电动机} \quad I_s \geq I_N$$

多台电动机 $I_s \geq \sum I_N \times \text{最高利用率} \times 1.2$ (裕度)

2. 按机械强度选择

导线在安装和运行过程中, 要受到各种外力的作用, 加上导线的自重, 导线就受到多种张力的作用, 如果导线承受不了这些外力的作用, 就会断线。因此, 选择导线时必须考虑导线的机械强度, 有些小负荷的设备, 虽然很小截面就能满足允许载流量和允许电压损失要求, 但必须按导线机械强度允许的最小截面选择。表 1-1 列出了各种机械强度允许的导线最小截面。

表 1-1 机械强度允许的导线最小截面

序号	用途及敷设方式	芯线最小截面 (mm ²)		
		铜芯软线	铜线	铝线
1	照明灯头线			
	屋内	0.4	1.0	2.5
	屋外	1.0	1.0	2.5
2	移动用电设备			
	生活用	0.75		
	生产用	1.0		
3	架设在绝缘支持件上的绝缘导线与支持点间距			
	2m 及以下, 屋内		1.0	2.5
	2m 及以下, 屋外		1.5	2.5
	6m 及以下		2.5	4.0
	15m 及以下		4.0	6.0
	25m 及以下		6.0	10
4	穿管敷设的绝缘导线	1.0	1.0	2.5
5	塑料护套线沿墙明设		1.0	2.5
6	塑料穿线敷设的导线		1.5	2.5

3. 按线路允许电压损失选择

由于线路存在阻抗, 流过负荷电流时会产生电压损失。在通过最大负荷时产生的电压损失与线路额定电压的比值, 称为电压损失率。线路电压损失率可计算求得, 也可查表简便求得。线路允许电压损失率按用户性质有不同规定:

- 1) 高压动力系统为 5% ;
- 2) 城镇低压电网为 4% ~ 5% ;
- 3) 农村低压电网为 7% ;
- 4) 对视觉要求较高的照明线路为 2% ~ 3% 。

选择导线截面时要求实际电压损失率不超过允许电压损失率。